



Dächer im allgemeinen, Dachformen

Schmitt, Eduard

Stuttgart, 1901

c) Kuppeldächer.

[urn:nbn:de:hbz:466:1-78841](https://nbn-resolving.org/urn:nbn:de:hbz:466:1-78841)

c) Kuppeldächer.

Die Kuppeldächer sind Zeltdächer mit gekrümmter Dachlinie; sie werden über kreisförmiger, elliptischer oder vieleckiger Grundfläche aufgebaut. Auch über dem Teile eines Kreises, einer Ellipse oder eines Vieleckes erbaut man Kuppeldächer und erhält so bezw. eine halbe, Drittel-, Viertelkuppel. Fast stets hat das Kuppeldach in seiner Mitte eine sog. Laterne, die oft als Turm ausgebildet ist und von der Dachkonstruktion getragen wird. Wichtig ist, daß man den vom Kuppeldach umschlossenen inneren Raum möglichst frei von Konstruktionsteilen hält, sei es, weil die Konstruktion von unten sichtbar bleibt und die architektonische Wirkung durch die kreuz- und querlaufenden Stäbe gestört werden würde, sei es, weil man den Raum in der Kuppel ausnutzen will. Wenn die Holzkuppel als Schutzkuppel für eine gemauerte innere Kuppel dient, so läßt man die innere Kuppel möglichst in den freien Kuppelraum hineinreichen und kann dann nicht gut durchgehende Hölzer anbringen. Es ist ferner nicht zweckmäßig, das Kuppeldach auf die innere gemauerte Kuppel zu stützen, und so bietet sich für das Kuppeldach nur die ringsum laufende Mauer zur Anordnung der Auflager. Die Aufgabe ist demnach hier, eine Konstruktion als stabiles, räumliches Fachwerk herzustellen, welche nur auf der Umfangsmauer Auflager findet und im Inneren einen möglichst freien Raum läßt. Falls die Kuppel eine turmartig ausgebildete Laterne trägt, so ist dieselbe genügend weit hinabzuführen und gegen die hochangreifenden wagrechten Kräfte sorgfältigst zu verankern. Bezüglich derartiger Konstruktionen wird auf Fig. 435 u. 436 verwiesen.

140.
Allgemeines.

Die Bedingungen der Stabilität beim räumlichen Fachwerk sind in Art. 121 (S. 152) untersucht; dieselben haben auch hier Geltung; die neuere Konstruktionsweise konstruiert die Kuppeldächer nach den dort entwickelten Bedingungen.

141.
Konstruktion.

Bei der älteren Konstruktionsart stellte man eine grössere Zahl von Bindern radial auf. Diese Anordnung, bei welcher der innere Kuppelraum stark verbaut wird, ist heute fast ganz zu gunsten derjenigen verlassen, bei welcher alle tragenden Teile in die Dachfläche verlegt werden; die letztere Konstruktionsweise ist von *Schwedler* für die eisernen Kuppeln erfunden und für diese vielfach ausgeführt; sie eignet sich auch für Holzkuppeln. Gewöhnlich ersetzt man die stetig gekrümmte Kuppelfläche (die Umdrehungsfläche) durch ein dieser Fläche eingeschriebenes Vieleck mit Kanten unter den Graten und den Ringen der Kuppel.

Die äusseren auf die Kuppel wirkenden Kräfte (Belastungen) und die Berechnung sind in Teil I, Band 1, zweite Hälfte dieses »Handbuches« entwickelt.

Nach den Untersuchungen in Art. 121 (S. 152) erhält man ein statisch bestimmtes, räumliches Fachwerk folgendermassen. Man wähle als Zahl der Auflager eine gerade Zahl, mache die Hälfte der Auflager fest (Punktlager), die andere Hälfte frei in der Auflagerebene beweglich (Ebenenlager), verbinde jedes bewegliche Lager mit zwei festen Lagern durch Stäbe, ordne die Gratsparren, sowie die der Grundfigur ähnlichen, in verschiedenen Höhen liegenden Ringe an und versehe jedes Seitenfeld mit einer Diagonale. Das entstehende räumliche Fachwerk ist, falls oben ein Laternenring liegt, statisch bestimmt. Bei der in Fig. 424 dargestellten Kuppel über einer zwölfseitigen Grundfigur sind 6 Punktlager und 6 Ebenenlager vorhanden; mithin ist die Zahl der Auflagerunbekannten $n = 3 \cdot 6 + 6 = 24$. Sonach mufs, falls k die Zahl der Knotenpunkte bedeutet, die Zahl der Stäbe $s = 3k - n = 3k - 24$ sein. Die Zahl der Knotenpunkte ist $k = 4 \cdot 12 = 48$; also mufs $s = 3 \cdot 48 - 24 = 120$ sein. In der That ist $s = 10 \cdot 12 = 120$. Da nun ausserdem jeder Knotenpunkt durch Aufbau von den Auflagern

aus stets dadurch im Raume festgelegt ist, daß er mit drei festen, nicht mit ihm in einer Ebene liegenden Punkten verbunden ist, so ist das Fachwerk statisch bestimmt.

Die in den Seitenfeldern liegenden Diagonalen haben Zug und Druck zu erleiden. Will man, daß dieselben nur Zug oder nur Druck erhalten, so ordne man in jedem Felde gekreuzte Diagonalen an; dieselben können sowohl als Zugdiagonalen aus Eisen, wie als Druckdiagonalen aus Holz hergestellt werden. Der oberste Ring, der Laternenring, erhält stets Druck und wird, wie die übrigen Ringe, aus Holz ausgeführt; den Fußring, welcher die Ebenen- und Punktlager miteinander verbindet und nicht unbedeutenden Zug zu erleiden hat, bildet man zweckmäßig aus Eisen.

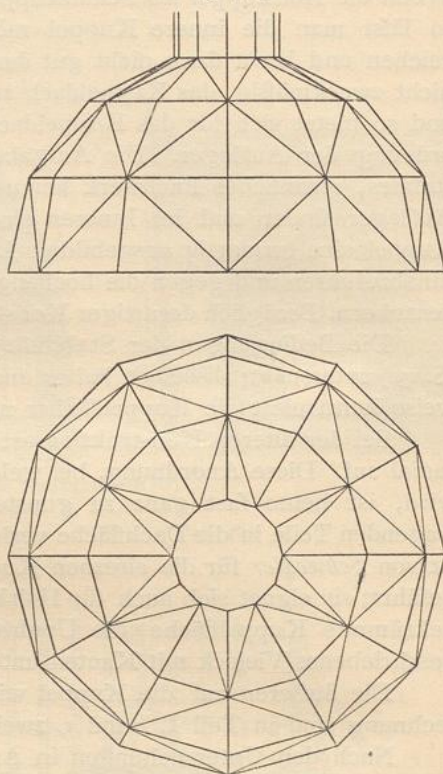
Wegen der Einzelausbildung der Knotenpunkte kann auf diejenige hingewiesen werden, welche in Art. 133 (S. 178) bei den *Otzen'schen* Turmdächern vorgeführt ist; die Knotenpunkte können hier ganz ähnlich angebildet werden, wobei Zuhilfenahme von Eisen sich empfiehlt.

Auf die unter den Graten angeordneten Kuppelsparren, welche die Stelle der Binder vertreten, kommen ringsherum laufende Pfetten für die Dachschalung. Wenn die freie Länge der Pfetten in den unteren Feldern zu groß wird, so kann man sie durch zwischengesetzte Kuppelsparren unterstützen, wodurch die Seitenzahl der Grundfigur vergrößert wird. Diese zwischengesetzten Sparren brauchen nicht bis zum Laternenring zu reichen.

Es liegt nahe, die Kuppelsparren als gekrümmte Bohlenparren herzustellen, wie in Art. 108 (S. 138) für Satteldächer vorgeführt wurde. Dadurch erhält man die Dachform in natürlichster Weise. Man kann die Gratsparren der Kuppel aus hochkantigen Bohlen ausbilden, durch Pfetten als Ringe verbinden und mit Diagonalen in allen Seitenfeldern versehen; dann erhält man das vorstehend beschriebene Kuppelgerippe. Man kann auch die Bohlengesparre so nahe aneinander stellen, daß auf ihnen ohne weiteres die Schalung, welche dann die Diagonalen ersetzt, angebracht werden kann. Eine solche Kuppel ist die von *Moller* entworfene und ausgeführte Kuppel der katholischen Kirche zu Darmstadt (Fig. 425¹⁹⁷), welche, zweckmäßig und wohl überlegt erdacht, vielfach als Vorbild gedient hat und weit bekannt geworden ist.

Sie überspannt einen Grundkreis von 33,50m Durchmesser, besteht aus 56 radial gestellten Bohlenparren, welche sich oben gegen einen gleichfalls aus Bohlen hergestellten Laternenring lehnen und unten auf einen gemeinsamen Fußring setzen. Zwischen je zwei dieser Hauptparren ist ein weiterer angeordnet, der aber nicht bis zum Laternenring hinaufreicht. Die Sparren werden durch herum-

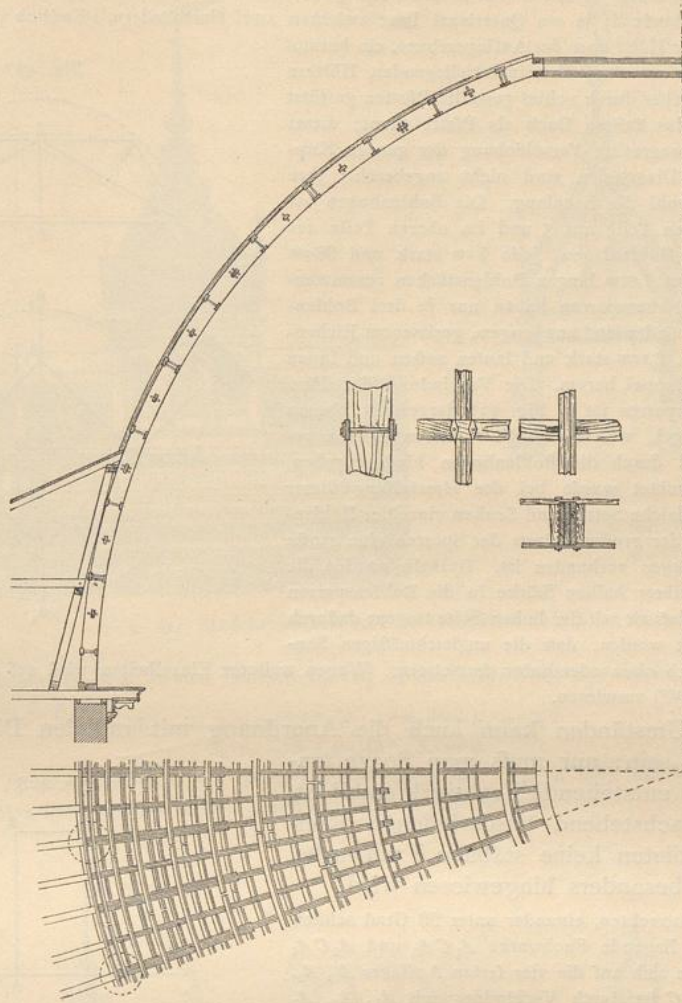
Fig. 424.



142.
Bohlenkuppeln.

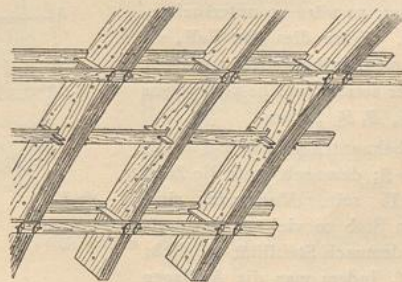
¹⁹⁷) Nach: MOLLER, a. a. O., Heft 1.

Fig. 425.



$\frac{1}{200}$ w. Gr.

Fig. 426.

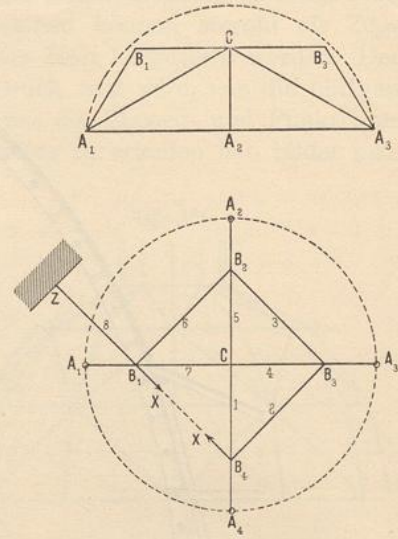


$\frac{1}{100}$ w. Gr.

Von der katholischen Kirche zu Darmstadt¹⁹⁷⁾.

laufende Ringe — von *Moller* Gurtbänder genannt — miteinander verbunden, welche Ringe 2,125^m voneinander entfernt sind. Außer diesen laufen auch Querriegel rings um die Kuppel, alle Bohlenbogen miteinander verbindend; je ein Querriegel liegt zwischen zwei Gurtbändern. Endlich ist noch, etwa in ein Drittel der Höhe über der Auflagerebene, ein herumlaufender Ring aus zwei übereinanderliegenden Hölzern angeordnet, welcher durch schief gestellte Pfosten gestützt wird und für das äußere Dach als Pfette dient; dieser Ring soll eine wagrechte Verschiebung der ganzen Kuppel verhüten. Diagonalen sind nicht angebracht; ihre Stelle vertritt wohl die Schalung. Die Bohlenbogen bestehen im unteren Teile aus 5 und im oberen Teile aus 3 hochkantigen Bohlenlagen, jede 5 cm stark und 38 cm breit; sie sind aus 1,60^m langen Bohlenstücken zusammengesetzt; die Zwischensparren haben nur je drei Bohlenlagen. Die Gurtbänder sind aus jungem, gerissenem Eichenholz, 10 cm hoch, 2,5 cm stark und laufen außen und innen um die ganze Kuppel herum. Die Verbindung derselben mit den Bohlensparren ist in Fig. 426 dargestellt, ebenso die der Querriegel, welche aus 12 cm hohen Bohlen gebildet sind und durch die Bohlenbogen hindurchgehen. Besonders gefürchtet wurde bei der Herstellung dieser Kuppel das ungleiche Setzen und Senken einzelner Bohlensparren, da bei der großen Länge der Sparren eine große Zahl von Stoffsugen vorhanden ist. Deshalb wurden die Gurtbänder mit ihrer halben Stärke in die Bohlensparren eingelassen, so daß sie mit der hohen Seite tragen; dadurch sollte verhindert werden, daß die ungleichmäßigen Senkungen sich nach oben oder unten fortsetzten. Wegen weiterer Einzelheiten wird auf die auf S. 196 erwähnte Quelle¹⁹⁷⁾ verwiesen.

Fig. 427.



¹⁴³
Ältere Kuppel-
konstruktion.

Unter Umständen kann auch die Anordnung mit radialen Bindern empfehlenswert sein; nur muß man Sorge tragen, daß das entstehende Fachwerk stabil ist. Die zwei nachstehend beschriebenen Konstruktionen bieten keine stabilen Fachwerke, worauf hier besonders hingewiesen wird.

Zwei in lotrechten, einander unter 90 Grad schneidenden Ebenen liegende Fachwerke A_1CA_3 und A_2CA_4 (Fig. 427) stützen sich auf die vier festen Auflager A_1, A_2, A_3, A_4 . Punkt C ist durch Verbindung mit A_1, A_2, A_3 und A_4 gleichfalls im Raume festgelegt, und zwar mit einem Stabe mehr, als nötig wäre. Fügt man nun B_1, B_2, B_3, B_4 hinzu, indem man diese Punkte je mit C und dem betreffenden Auflagerpunkte A verbindet und die Stäbe $B_1B_2, B_2B_3, B_3B_4, B_4B_1$ anbringt, so wäre zu untersuchen, ob dieses Fachwerk stabil ist. Wäre dies der Fall, so könnte man weiter darauf aufbauen, insbesondere zwischen die Hauptbinder Zwischenbinder setzen, welche sich gegen die Hölzer $B_1B_2, B_2B_3, B_3B_4, B_4B_1$ lehnen.

Die Zahl der Auflagerunbekannten ist $n = 3 \cdot 4 = 12$, die Zahl der Knotenpunkte $k = 9$; demnach muß die Zahl der Stäbe $s = 3 \cdot 9 - 12 = 15$ sein. Vorhanden sind 16 Stäbe, und da C durch einen Stab zu viel mit den Auflagern verbunden ist, so wäre demnach Stabilität möglich.

Baut man von unten auf, indem man die Auflager A und Punkt C als fest ansieht, so verbinden wir B_1 mit A_1, C und Z (der Verbindungsstab B_1Z ist ein nachher fortzulassender Ergänzungsstab); Punkt B_2 wird mit A_2, C, B_1 , Punkt B_3 mit A_3, C, B_2 , Punkt B_4 mit A_4, C, B_3 verbunden. Es fragt sich, ob Stab B_1Z durch B_1B_4 ersetzt werden kann.

Fig. 428.

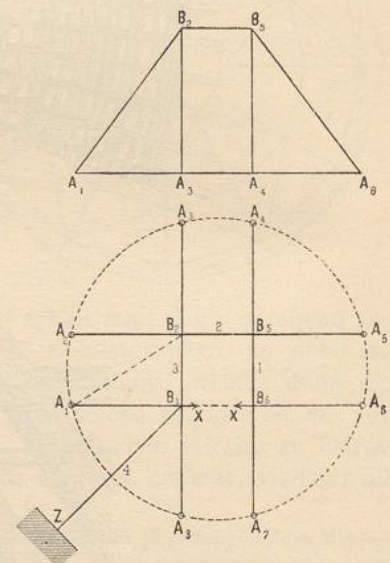
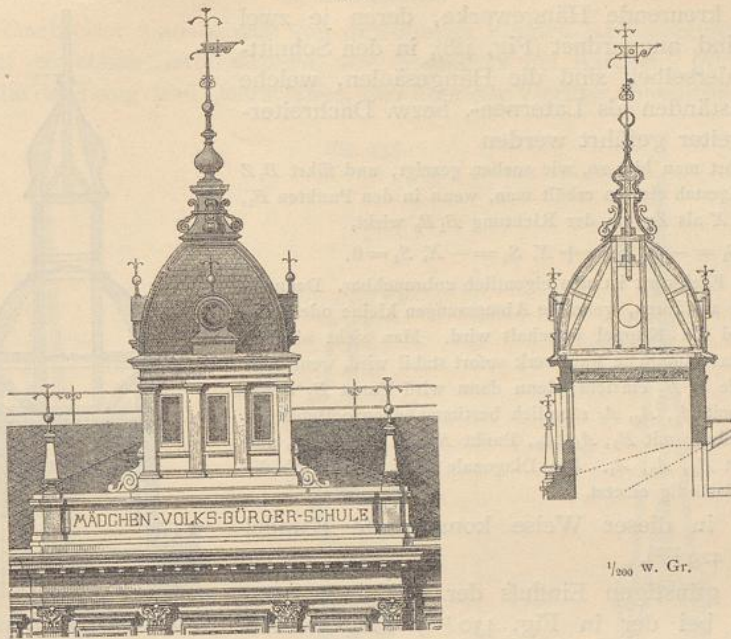


Fig. 429.



Von der Mädchenvolksschule zu Neutitschein¹⁹⁸⁾.

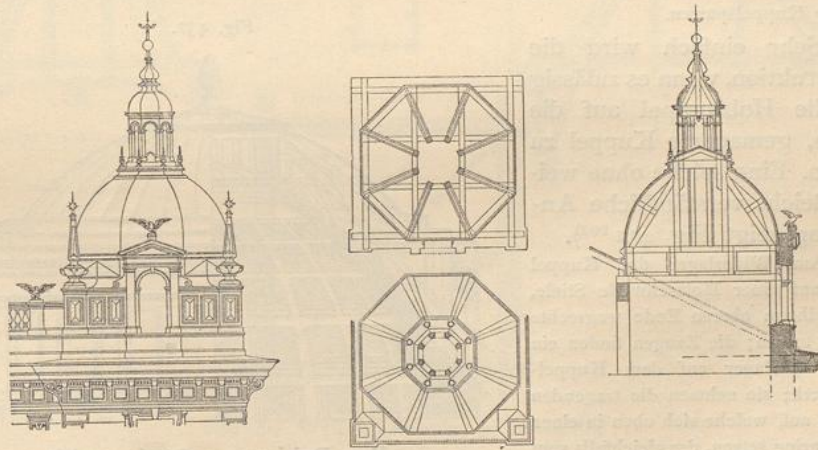
Wirkt in der Richtung $B_4 B_1$ in den Punkten B_1 und B_4 je X , so erhält man leicht als Spannungen in den Stäben 1, 2, 3...

$$S_1' = -2 X \sin 45^\circ, S_2' = + X = S_3' = S_5',$$

$$S_4' = -2 X \sin 45^\circ, S_6' = 0.$$

Stab $B_1 B_4$ kann also Stab $B_3 Z$ nicht ersetzen (siehe Art. 123, S. 156); die Konstruktion ist nicht stabil. Man kann also auf dieser Grundlage nicht weiter aufbauen.

Fig. 430.



Von einem Wohnhaus zu Wien¹⁹⁹⁾.

1/200 w. Gr.

¹⁹⁸⁾ Faks.-Repr. nach: Allg. Bauz. 1889, Bl. 27.

¹⁹⁹⁾ Faks.-Repr. nach ebendas. 1883, Bl. 65.

Man hat wohl im Grundriß vier einander unter 90 Grad kreuzende Hängewerke, deren je zwei parallel sind, angeordnet (Fig. 428); in den Schnittpunkten derselben sind die Hängesäulen, welche unter Umständen als Laternen-, bezw. Dachreiterpfosten weiter geführt werden.

Verfährt man hier so, wie soeben gezeigt, und führt $B_1 Z$ als Ergänzungsstab ein, so erhält man, wenn in den Punkten B_1 , bezw. B_6 je X als Zug in der Richtung $B_1 B_6$ wirkt,

$$S_1 = -X, S_2 = +X, S_3 = -X, S_4 = 0.$$

Auch dieses Fachwerk ist also eigentlich unbrauchbar. Dennoch kann man es ausführen, wenn die Abmessungen kleine oder mittlere sind und die Kuppel verschalt wird. Man sieht nämlich leicht, daß das räumliche Fachwerk sofort stabil wird, wenn man die Diagonale $A_1 B_2$ einzieht; denn dann wird Punkt B_2 durch Verbindung mit A_1, A_2, A_3 räumlich bestimmt, ebenso Punkt B_5 durch Verbindung mit B_2, A_4, A_5 , Punkt B_6 mit B_5, A_6, A_7 und Punkt B_1 mit B_6, A_8, A_1 . Die Diagonale wird aber durch die Schalung vollständig ersetzt.

Eine in dieser Weise konstruierte Kuppel zeigt Fig. 429¹⁹⁸⁾.

Den günstigen Einfluß der Schalung kann man auch bei der in Fig. 430¹⁹⁹⁾ dargestellten Konstruktion mit in Betracht ziehen.

Acht radiale Halbbinder setzen sich gegen die durch einen im Grundriß achteckigen Laternenring miteinander verbundenen Pfosten. Wenn in den Seitenflächen der Kuppel Diagonalen wären, so würde das Fachwerk (als Flechtwerk) stabil sein; die Schalung vertritt die Stelle der Diagonalen.

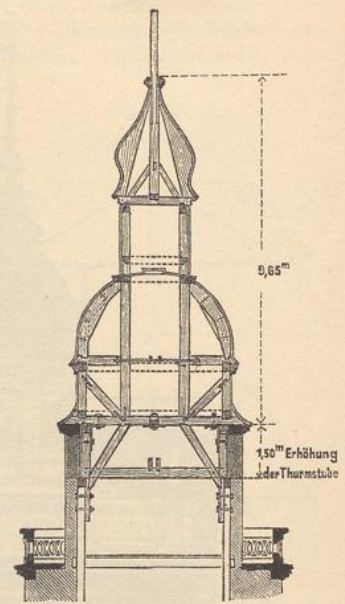
Ähnlich ist die Anordnung in Fig. 431²⁰⁰⁾.

Dieselbe zeigt ein kuppelartiges Turmdach für eine kleine Weite über achteckigem Grundriß. Es scheint, daß die ganze Konstruktion auf zwei einander unter 90 Grad schneidenden Balken ruht, in welche sich Wechsel unter 45 Grad setzen, die dann die übereck gelegten Stichbalken aufnehmen. Auf diese 8 radial liegenden Balken sind die 8 Stiele aufgesetzt, welche oben einen Laternenring tragen; gegen diesen, bezw. die Stiele setzen sich die Kuppelsparren.

Sehr einfach wird die Konstruktion, wenn es zulässig ist, die Holzkuppel auf die innere, gemauerte Kuppel zu stützen. Eine solche ohne weiteres leicht verständliche Anordnung zeigt Fig. 432²⁰¹⁾.

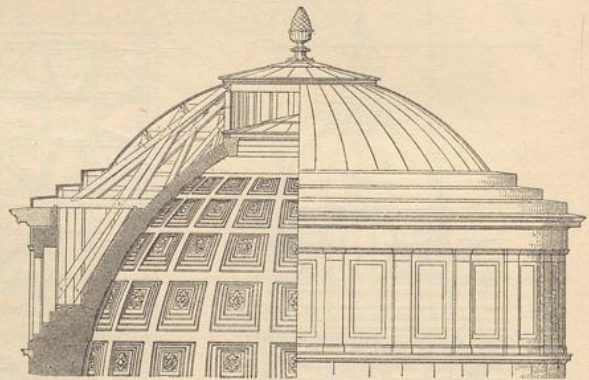
Am Widerlager der Kuppel stehen auf einer Holzschwelle Stiele, die an ihrem oberen Ende wagrechte Zangen tragen; die Zangen finden ein zweites Auflager auf dem Kuppelmauerwerk; sie nehmen die tragenden Sparren auf, welche sich oben in einen Laternenring setzen, der gleichfalls vom Kuppelmauerwerk getragen wird.

Fig. 431.



Vom Rathaus zu Münsterberg²⁰⁰⁾.
1/200 w. Gr.

Fig. 432.



Vom Badehaus zu Oeynhausen²⁰¹⁾.
1/150 w. Gr.

²⁰⁰⁾ Faks.-Repr. nach: Centralbl. d. Bauverw. 1897, S. 131.

²⁰¹⁾ Faks.-Repr. nach: Zeitschr. f. Bauw. 1858, Bl. 23.